

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-53044

(43)公開日 平成6年(1994)2月25日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 F 17/00  
41/04

識別記号

B 7129-5E  
Z 8019-5E

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数5(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平4-205474

(22)出願日 平成4年(1992)7月31日

(71)出願人 000006655

新日本製鐵株式会社  
東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(71)出願人 000138543

株式会社ユタカ電機製作所  
神奈川県川崎市中原区荏宿228番地

(72)発明者 谷川 健一

神奈川県川崎市中原区井田1618番地 新日  
本製鐵株式会社先端技術研究所内

(72)発明者 片山 真吾

神奈川県川崎市中原区井田1618番地 新日  
本製鐵株式会社先端技術研究所内

(74)代理人 弁理士 田村 弘明 (外1名)

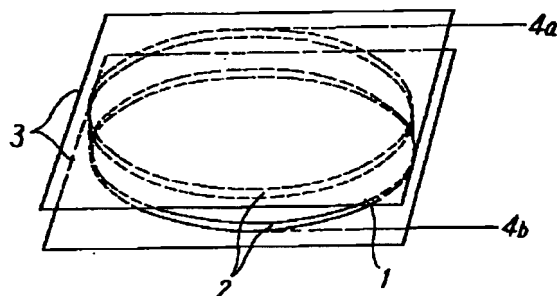
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 薄形インダクタまたは薄形トランス、およびこれらの製造方法

(57)【要約】

【目的】 銅損による発熱が小さく、インダクタンスの高い薄形インダクタまたは薄形トランスおよびそれらの容易な製造方法を提供する。

【構成】 絶縁導線から成る板状コイルの両面を接着層を介して、板状の強磁性体で挟んで成る薄形インダクタまたは薄形トランス。板状コイルはスパイラル状コイル、またはこれらの積層体、ないし螺旋状コイルの積層体。絶縁導線の形状は円状よりも平角状の方が好ましい。板状コイルは融着性絶縁導線を巻枠に沿って巻き、溶剤、通電加熱、または熱風加熱により、導線間同士を接着でき、容易に一体成形できる。また、その両面に、接着層を介するか、加熱融着することにより、板状の強磁性体を容易に積層できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁導線から成る板状コイルの両面を接着層を介して、板状の強磁性体で挟んだことを特徴とする薄形インダクタまたは薄形トランス。

【請求項2】 板状コイルがスパイラル状コイル、またはこれらの積層体であることを特徴とする請求項1記載の薄形インダクタまたは薄形トランス。

【請求項3】 板状コイルが螺旋状コイルの積層体であることを特徴とする請求項1記載の薄形インダクタまたは薄形トランス。

【請求項4】 絶縁導線の断面が平角状であることを特徴とする請求項1記載の薄形インダクタまたは薄形トランス。

【請求項5】 融着性絶縁導線を巻棒に沿って巻き、固着することにより、板状コイルを形成し、両面に板状の強磁性体を接着することを特徴とする薄形インダクタまたは薄形トランスの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、電源回路の部品として使用される薄形インダクタまたは薄形トランス、およびこれらの製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】電子機器の小形、薄形化要求に伴い、電源回路に用いるインダクタ、トランス等の磁性部品の小形、薄形化が進められている。焼結フェライトコアに巻線を施す巻線方式のインダクタやトランスは小形化、特に薄形化に限界があり、巻線の代わりに平面コイルを用いる方式の研究が進められている。例えば、スパイラル状の平面コイルの両面を、絶縁層を介して、強磁性膜で挟んだ構造のインダクタが知られている（例えば、マグネティックス研究会資料MAG-89164参照）。スパイラル状の平面コイルは絶縁基板の両面に設けられ、スルーホールを介して、電気的に接続され、平面コイルの端子間にインダクタが構成される。平面コイルを複数設けることにより、トランスが得られる。平面コイルの製造方法として、フレキシブルプリント配線板の両面の銅箔をフォト・エッチングする方法（以下フォト・エッチング法という。）や、セラミック基板の両面に導体ペーストをスクリーン印刷し、焼成する方法（以下スクリーン印刷法という。）が知られている（例えば、平成2年電気学会全国大会S. 18-5-3や特願平04-009787号公報参照）。製造可能なコイル厚は、一般にフォト・エッチング法で $50\mu\text{m}$ 、スクリーン印刷法で $20\mu\text{m}$ までである。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明に係わる薄形インダクタや薄形トランスは、電源回路用の部品として適用するため、一般に百〜数千mAの電流を流せることが要求される。大きい電流を流せるほど、蓄積、変換でき

るエネルギーは大きくなる。ところが、前述のフォト・エッチング法やスクリーン印刷法を用いて平面コイルを製造した場合、銅損による発熱を抑えるのが難しかった。コイル厚が薄いため、コイル断面積を大きくできず、抵抗が高くなるためである。コイル断面積を大きくするため、コイル幅を大きくすると、同じ巻数だと、平面コイルのサイズは大きくなり、小形化にするのには好ましくない。また、コイル長は長くなるため、抵抗は高くなり、銅損による発熱は増大する。平面コイルのサイズが同じだと、巻数は少なくなり、インダクタンスは低下する（インダクタンスは一般に、コイルの巻数の2乗に比例する傾向が見られる。）。

【0004】また、スクリーン印刷法で得られる導体はガラス成分を含むため、抵抗率が導線に比べ、一般に高く、発熱が大きくなる。例えば、銅線で $1.7 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$ に対し、スクリーン印刷法では $2.5 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$ である。銅損による発熱が大きいと、例えば薄形インダクタをDC-DCコンバータ等の出力側のチョークコイルに用いた場合、効率が低下する。

【0005】次に、蓄積、変換できるエネルギーはインダクタンスにも依存しており、高いほど、大きくなる。インダクタンスは強磁性膜間の間隔が小さいほど、大きくなる傾向が見られ、絶縁基板および絶縁膜の厚さは小さいほど好ましい。これらは、フォト・エッチング法やスクリーン印刷法では、 $20 \sim 30\mu\text{m}$ が最小であり、高いインダクタンスを得るには限界があった。

【0006】このような現状から本発明の目的は、銅損による発熱が小さく、インダクタンスの高い薄形インダクタまたは薄形トランスおよびそれらの容易な製造方法を提供しようとするものである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の薄形インダクタまたは薄形トランスでは、板状コイルを絶縁導線を用いて形成し、その両面を接着層を介して、板状の強磁性体で挟むことを特徴とする。

【0008】以下に本発明を詳細に説明する。本発明の薄形インダクタの基本構造は図1に示すものである。絶縁導線から成る板状コイル1の両面を接着層2を介して、板状の強磁性体3で挟むことにより、端子4a、4b間にインダクタが構成されている。図において、板状コイル1中の絶縁導線の巻線形状は複雑になるため、省略して示した。

【0009】板状コイル1の外形は円板状として示したが、四角形ないし多角形等の板状も形成可能である。板状の磁性体3の外形は同様に、四角形の板状として示したが、円形、多角形等の板状も適用可能である。

【0010】板状コイル1の巻線形状の例を模式的に図2に示す。同図(a)はスパイラル状平面コイル1層、(b)はこれらの積層体、(c)は螺旋状コイルの積層体である。巻数および層数はインダクタンス、直流重量

3

特性、サイズ、発熱特性（抵抗）等に応じて、任意に選択する。スパイラル状平面コイルないし螺旋状コイルを並列的に複数配列することにより、トランスが得られる。

【0011】絶縁導線は、一般に断面が円形状の銅線に絶縁被覆を施したものである。絶縁導線を用いることにより、コイル断面積を大きくでき、低抵抗化により銅損による発熱を小さくできる。例えば、断面が直径300 $\mu$ mの円形の銅線に絶縁膜を施した絶縁導線を用いると、同じ断面積を得るためには、フォト・エッチング法でコイル厚50 $\mu$ mに対し、コイル幅1,410 $\mu$ m、スクリーン印刷法でコイル厚20 $\mu$ mに対し、コイル幅3,530 $\mu$ mが必要である。コイル幅は大きくなり、同じ巻数だと、平面コイルのサイズは大きくなり、小形化に好ましくない。また、コイル長は長くなるため、抵抗は高くなり、銅損による発熱は増大する。平面コイルのサイズが同じだと、巻数は少なくなり、インダクタンスは低下する。絶縁導線の絶縁膜は数 $\mu$ mから形成可能であり、板状コイル1を薄く形成でき、磁性膜間の間隔を小さくできるため、高いインダクタンスが得られる。

【0012】板状コイル1の端子4a、4b間には電圧降下が見られ、隣り同士の導線の間隔が狭く、その間にストレ・キャパシティを持つため、損失や雑音が発生する。螺旋状コイルの積層体の方がスパイラル状コイルの積層体に比べ、隣り同士の導線間の電位差は小さいと予想されるため、好ましいと考えられる。

【0013】絶縁導線の断面形状は円状よりも平角状の方が好ましい。平角状は円状に比べ、隣り同士の導線間のスペースを小さく、密に配置できるため、同じサイズでは低抵抗化でき、大きい電流を流すのに有利である。また、高周波（500kHz以上）では、電流の表皮効果により、同じ断面積では表面積を大きくできる平角状の方が低抵抗化でき、大きい電流を流すのに有利である。

【0014】また、板状コイル1を、融着性絶縁導線を巻枠に沿って巻き、固着することにより形成し、両面に板状の強磁性体を接着する方法により製造することの特徴とする。融着性絶縁導線は、ポリウレタンやポリエステル等の被覆導線の上に、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂等の融着性皮膜を焼き付けた二層構造の被覆導線である。溶剤、通電加熱、または熱風加熱により、導線間同士を接着可能であり、板状コイル1は一体成形でき、かなりの曲げ強度が得られる。板状コイル1はまた、CADにより自動配線する方法等により、形成可能である。

【0015】本発明で導線に適用できる材料には銅の他、銀、金、白金、パラジウム、アルミニウム等各種金属およびそれらの合金系が挙げられる。絶縁被覆に適用できる材料にはポリウレタン、ポリエステル、ポリイミド等の高分子膜の他、SiO<sub>2</sub>、ガラス、硬質炭素膜等の無機膜が可能である。融着性皮膜に適用できる材料にはポリエステル系やブチラール系の樹脂が挙げられる。

4

【0016】本発明で接着層2に適用できる材料にはビニル系、アクリル系等の熱可塑性樹脂の接着剤、エポキシ系、ポリウレタン系やシリコン系等の熱硬化性樹脂の接着剤、ゴム系接着剤、珪酸ソーダ等の鉱物性接着剤やアロンアルファ等の瞬間接着剤が挙げられる。尚、融着性皮膜は溶剤、加熱により接着性を有するため、これを接着層として活用することも可能である。接着時、圧力を加えるが、板状の磁性体間を一定厚に保つことにより、安定したインダクタンスが得られる。

【0017】本発明で板状の磁性体3に適用できる材料には、コバルト系、鉄系等各種アモルファス合金、アモルファス合金を結晶化させた超微細組織をもつ軟磁性体、珪素を主に含む珪素鋼、パーマロイ、パーメンジュール、センダスト等の金属軟磁性材料、およびMn-Zn系、Ni-Zn系等各種酸化物軟質磁性材料（ソフトフェライト）等が挙げられる。板（箔、帯）は急冷法および、金型成形法、圧延加工法、グリーンシート法等により成形する方法、更に焼成、焼鈍する方法等により作成される。

【0018】

【実施例】

【実施例1】断面が直径200 $\mu$ mの円形の銅線に、ポリウレタン皮膜およびブチラール系融着皮膜を10 $\mu$ m厚で施した、融着性絶縁導線を巻枠に沿って巻き、スパイラル状の平面コイルを、図2（b）のように、2層積層し、熱風加熱で固着することにより、板状コイルを作製した。スパイラル状平面コイルの1層のスパイラル数25、コイル直径12 $\text{mm}$ である。板状コイルの全スパイラル数は50である。磁性膜として、単ロール急冷法により作成した30 $\mu$ m厚さの3種類の組成Fe<sub>80.5</sub>Si<sub>6.5</sub>B<sub>12</sub>C<sub>1</sub>、Fe<sub>78</sub>Si<sub>12</sub>B<sub>10</sub>およびCo<sub>70</sub>Fe<sub>5</sub>Si<sub>15</sub>B<sub>10</sub>（at%）のアモルファス合金薄帯を14 $\text{mm}$ ×14 $\text{mm}$ の箔に切断後、焼鈍し、板状コイルの両面に接着剤で積層した。

【0019】得られたインダクタのサイズは14 $\text{mm}$ ×14 $\text{mm}$ ×510 $\mu$ m厚さである。このインダクタに周波数500kHz、振幅1mAの正弦波交流を加え、インダクタンスを測定した。

インダクタンス測定値：70～90 $\mu$ H

【0020】また、定電流電源を用いて、正弦波交流に150mAの直流を重畳し、飽和温度を測定した。

測定温度：30℃

【0021】〔比較例1〕絶縁基板に635 $\mu$ m厚さのアルミナ板を使用し、スルーホールを介して、両面にスパイラル状の平面コイルをCuペーストをスクリーン印刷後、焼成することにより作製した。635 $\mu$ m厚さのアルミナ板は、800 $\mu$ m厚さのものと共に、セラミック配線基板として標準的に使用されているものである。スパイラル状の平面コイルの絶縁基板各面のスパイラル数25、コイル直径12 $\text{mm}$ 、コイル幅150 $\mu$ m、間隔

80 $\mu$ m、コイル厚15 $\mu$ mである。板状コイルの全スパイラル数は実施例1と同じ50である。絶縁膜として、平面コイル上に、ガラスペーストをスクリーン印刷後、焼成することにより、20 $\mu$ m厚さに形成した。磁性膜として、実施例1と同じく、3種類のアモルファス合金箔を、板状コイルの両面に接着剤で積層した。

【0022】得られたインダクタのサイズは14 $\text{mm}$ ×14 $\text{mm}$ ×780 $\mu$ m厚さである。

【0023】インダクタンスおよび飽和温度を実施例1と同じ条件で測定した。

【0024】インダクタンス測定値：50～65 $\mu$ H

測定温度：50℃

【0025】〔実施例2〕断面が直径100 $\mu$ mの円形の銅線に、融着皮膜を5 $\mu$ m厚で施した、融着性絶縁導線を用い、実施例1と同様な方法により、図2(a)のようなスパイラル状の板状コイルを作製した。板状コイルのスパイラル数50、コイル辺長12 $\text{mm}$ である。ただし、板状コイルの外形は四角形の板状とした。磁性膜として、アモルファス合金箔の代わりに、予め14 $\text{mm}$ ×14 $\text{mm}$ ×100 $\mu$ m厚さに成形したMn-Zn系（組成(MnO)<sub>35</sub>(ZnO)<sub>12</sub>(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>5</sub>）、Ni-Zn系（組成Ni<sub>0.30</sub>Zn<sub>0.70</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>）、Ni-Cu-Zn系（組成Ni<sub>0.1</sub>Cu<sub>0.25</sub>Zn<sub>0.65</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>）のフェライト板を、板状コイルの両面に接着剤で積層した。

【0026】得られたインダクタのサイズは14 $\text{mm}$ ×14 $\text{mm}$ ×320 $\mu$ m厚さである。インダクタンスおよび飽和温度を実施例1と同じ条件で測定した。

インダクタンス測定値：100～180 $\mu$ H

測定温度：40℃

【0027】〔実施例3〕断面が直径300 $\mu$ mの円形の銅線に融着皮膜を10 $\mu$ m厚で施した、融着性絶縁導線を用い、実施例1と同様な方法により、図2(c)のような、3巻の螺旋状コイルを17層積層した板状コイルを作製した。板状コイルの融着性絶縁導線の巻数は51、コイル直径12 $\text{mm}$ である。磁性膜として、実施例1と同じく、3種類のアモルファス合金箔を板状コイルの両面に積層した。ただし、接着剤を用いず、加熱融着した。

【0028】得られたインダクタのサイズは14 $\text{mm}$ ×14 $\text{mm}$ ×1000 $\mu$ m厚さである。

【0029】インダクタを実施例1と同じ条件で測定した。

インダクタンス測定値：45～60 $\mu$ H

また、定電流電源を用いて、正弦波交流に500mAの直流を重ねし、飽和温度を測定した。

測定温度：35℃

【0030】〔実施例4〕断面が100 $\mu$ m×300 $\mu$ mの平角状の銅線に、融着皮膜を5 $\mu$ m厚で施した、融着性絶縁導線を用い、実施例1と同様な方法により、図2(a)のようなスパイラル状の板状コイルを作製した。板状コイルのスパイラル数50、コイル辺長12 $\text{mm}$ である。磁性膜として、実施例2と同じく、3種類のソフトフェライト板を、板状コイルの両面に積層した。ただし、接着剤を用いず、加熱融着した。

10 【0031】得られたインダクタのサイズは14 $\text{mm}$ ×14 $\text{mm}$ ×510 $\mu$ m厚さである。

【0032】インダクタンスを実施例1と同じ条件で測定した。

【0033】インダクタンス測定値：65～120 $\mu$ H  
また、定電流電源を用いて、正弦波交流に300mAの直流を重ねし、飽和温度を測定した。

測定温度：40℃

【0034】

【発明の効果】本発明は、絶縁導線から成る板状コイルの両面を接着層を介して、板状の強磁性体で挟むことにより、銅損による発熱が小さく、インダクタンスの高い薄形インダクタまたは薄形トランスが得られる。絶縁導線を用いることにより、コイル断面積を大きくでき、低抵抗化により銅損による発熱を小さくできる。また、絶縁導線の絶縁膜は数 $\mu$ mから形成可能であり、板状コイルを薄くでき、磁性膜間の間隔を小さくできるため、高いインダクタンスが得られる。

【0035】板状コイルはスパイラル状コイル、またはこれらの積層体ないし、螺旋状コイルの積層体が可能である。また、絶縁導線の形状は円状よりも平角状の方が好ましい。板状コイルは融着性絶縁導線を卷棒に沿って巻き、溶剤、通電加熱、または熱風加熱により、導線間同士を接着でき、容易に一体成形できる。また、その両面に接着層を介するか、加熱融着することにより、板状の強磁性体を接着することができ、薄形インダクタまたは薄形トランスが容易に製造可能となった。

【図面の簡単な説明】

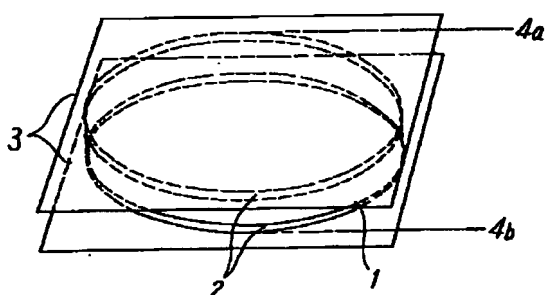
【図1】本発明の薄形インダクタ構造の一例を示す説明図。

40 【図2】(a)、(b)、(c)は本発明板状コイルの巻線形状の例を模式的に示した説明図。

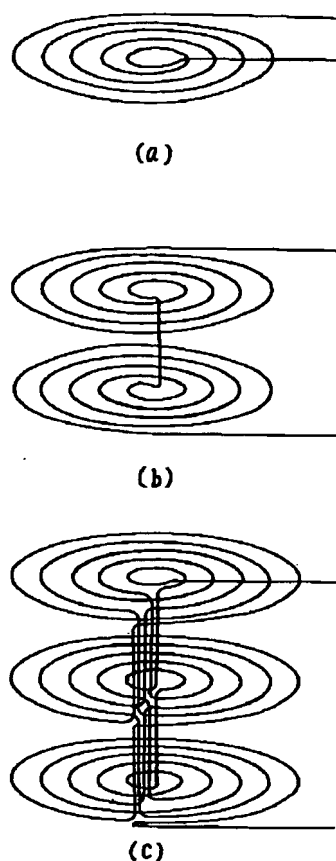
【符号の説明】

- 1 板状コイル
- 2 接着層
- 3 板状の強磁性体
- 4a、4b 端子

【図1】



【図2】



## 【手続補正書】

【提出日】平成4年12月11日

## 【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0002

【補正方法】変更

【補正内容】

【0002】

【従来の技術】電子機器の小形、薄形化要求に伴い、電源回路に用いるインダクタ、トランス等の磁性部品の小形、薄形化が進められている。焼結フェライトコアに巻線を施す巻線方式のインダクタやトランスは小形化、特に薄形化に限界があり、巻線の代わりに平面コイルを用いる方式の研究が進められている。例えば、スパイラル状の平面コイルの両面を、絶縁層を介して、強磁性膜で挟んだ構造のインダクタが知られている（例えば、マグネティックス研究会資料MAG-89-164参照）。スパイラル状の平面コイルは絶縁基板の両面に設けられ、スルーホールを介して、電氣的に接続され、平面コイルの端子間にインダクタが構成される。平面コイルを

複数設けることにより、トランスが得られる。平面コイルの製造方法として、フレキシブルプリント配線板の両面の銅箔をフォト・エッチングする方法（以下フォト・エッチング法という。）や、セラミック基板の両面に導体ペーストをスクリーン印刷し、焼成する方法（以下スクリーン印刷法という。）が知られている（例えば、平成2年電気学会全国大会S. 18-5-3や特願平04-009787号公報参照）。製造可能なコイル厚は、一般にフォト・エッチング法で50 $\mu$ m、スクリーン印刷法で20 $\mu$ mまでである。

## 【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正内容】

【0029】インダクタンスを実施例1と同じ条件で測定した。

インダクタンス測定値：45～60 $\mu$ H

また、定電流電源を用いて、正弦波交流に500mAの

直流を重ねし、飽和温度を測定した。

測定温度：35℃

---

フロントページの続き

(72)発明者 平野 芳生  
神奈川県川崎市中原区井田1618番地 新日  
本製鐵株式会社先端技術研究所内

(72)発明者 田中 信嘉  
神奈川県川崎市中原区荻宿228番地 株式  
会社ユタカ電機製作所内  
(72)発明者 松本 敏夫  
神奈川県川崎市中原区荻宿228番地 株式  
会社ユタカ電機製作所内